

Materiaalivirran ohjaus ja hallintaprosessin kehittäminen

Valmet Technologies Oy

Jere Pursiainen

Opinnäytetyö

Toukokuu 2020

Tekniikan ala

Insinööri (AMK), Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Tuotantotekniikka

Tekijä(t) Pursiainen, Jere	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2020
	Sivumäärä 42	Julkaisun kieli Suomi
	-	Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Materiaalivirran ohjaus ja hallintaprosessin kehittäminen		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), konetekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Miikka Parviainen & Juha Sipilä		
Toimeksiantaja(t) Valmet Technologies Oy, Marcus Parkkonen		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin Valmet Technologies Oy:n Jyväskylän tehtaan putkitelavalmistukseen. Työn taustalla on kovassa kuormassa oleva tuotanto, jonka materiaalivirrassa on ongelmakohtia. Ongelmat voivat aiheuttaa erilaisia hukkia, kuten kustannus- ja laatu hukkaa.</p> <p>Tehtävänä oli tehdä selvitys, miten putkitelavalmistuksen materiaalivirran materiaalinhallintaa sekä ohjausta voisi kehittää. Toimeksiantajan tavoitteena oli, että saapuvien osien ajoitus saataisiin täsmäämään todellista tarvetta aiempaa paremmin sekä saada kehittää varastointiprosessia. Valmistukseen saapuvien osien toimituspakkaamisessa on ollut myös kehitettävää, joka on esiintynyt Rautpohjassa ylimääräisenä työnä materiaalinhallinnasta vastaavalle työntekijälle.</p> <p>Työ toteutettiin kehitystutkimuksena, koska kohteena on prosessi ja tutkimuksen tavoitteena oli saada muutosta aikaan. Tutkimusote työssä on kvalitatiivinen, jossa käytettiin henkilöiden avoimia haastatteluita sekä havainnointia aineiston hankkimisessa. Työ alkoi tutustumalla ilmiön taustalla olevaan teoriaan, jonka jälkeen tehtiin nykytilan kartoitus. Nykytilan kartoittamisen perusteella luotiin työn toteutusosa.</p> <p>Työn tuloksena luotiin toimittajille jaettavat osien toimituksen yleisohjeet sekä kehitysehdotus välivarastoinnin hankkimisesta varastointiyritykseltä. Välivarastoinnin hankkimisella saadaan vastattua lisääntyneeseen varastointitarpeeseen joustavasti. Kotiinkutsut välivarastoinnista parantavat osien saapumisen ajoitusta, koska varsinaista valmistussuunnitelun kuormitusprosessia on hyvin hankala muuttaa pitkien toimitusaikojen vuoksi. Opinnäytetyön tulosten käytännön toteutusta jatkettiin toimeksiantajan osalta.</p>		
Avainsanat (asiasanat) materiaalivirta, keräily, materiaalinhallinta, varastointi, Lean		
<p>Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet)</p> <p>Liitteet 1,2 ja 3 ovat salassa pidettäviä, ja ne on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17 ja 20, yrityksen liike- tai ammattisalaisuus. Salassapitoaika viisi (5) vuotta, salassapito päättyy 1.6.2025.</p>		

Author(s) Pursiainen, Jere	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2020
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 42	Permission for web publication: x
Title of publication Material flow controlling and management process developing		
Degree programme Engineer (AMK), Degree Programme in Mechanical Engineering		
Supervisor(s) Parviainen, Miikka & Sipilä, Juha		
Assigned by Valmet Technologies Oy, Parkkonen, Marcus		
<p>Abstract</p> <p>Thesis was made for the tube rolls production at Valmet Technologies Oy's Jyväskylä plant. The work is based on a heavily loaded production with problem areas in the material flow. Problems can cause various wastes such as cost and quality wastes.</p> <p>The task was to make a study of how the material management and control of the material flow in the tube roll manufacturing could be developed. The client's goal was to make the timing of incoming parts better and match the real need and to have a well-developed storage process. There has also been room for improvement in the delivery packaging of the parts that arrive, which has appeared in Rautpohja as an extra job for the employee responsible for material management.</p> <p>The work was carried out as a development study because the object is process and the aim of the study was to focus on the change. The research approach in the work is a qualitative study, which open interviews with individuals and observation were used to obtain the material. The work began with an introduction to the theory behind the phenomenon, followed by a mapping of the current state. Based on the mapping of the current state, the implementation part of the work was created.</p> <p>As a result of the work, general instructions for the delivery of parts to be distributed to suppliers were created, as well as a development proposal for obtaining interim storage from a storage company. By acquiring interim storage, it is possible to add flexibility to the increased need for storage. Home calls from interim storage improve the timing of parts arrival, as the actual manufacturing planning process is very difficult to change due to long delivery times. The client continued to put the results of the thesis into practice.</p>		
Keywords/tags (subjects) material flow, order picking, material management, storage, Lean		
<p>Miscellaneous (Confidential information)</p> <p>Appendixes 1, 2 and 3 are confidential and they have been removed from the public thesis. Grounds for secrecy: Act on the Openness of Government Activities 621/1999, Section 24, 17 and 20: business or professional secret. Period of secrecy is five years and it ends 1.6.2025.</p>		

Sisältö

Käsitteet	4
1 Johdanto	5
1.1 Työn tausta	5
1.2 Työn tavoitteet ja tehtävä	7
1.3 Työn rajautuminen	7
2 Toimeksiantajan esittely	8
2.1 Rautpohjan tehdas	8
3 Tutkimusmenetelmät ja aineisto.....	10
3.1 Kehittämistutkimus	10
3.2 Aineistonkeruu	10
3.3 Aineiston analysointi	11
4 Materiaalivirta ja varastonhallinta	12
4.1 Materiaalivirta	12
4.2 Varastointi ja sen merkitys	12
4.3 Varaston toiminnot	13
4.3.1 Keräily	14
4.3.2 Varastoinnin kustannukset.....	15
4.4 Kuljetuspakkaaminen	16
5 Lean-tekniikat	17
5.1 Lean prosessiteollisuudessa	17
5.2 Systemaattinen ongelmanratkaisu.....	17
5.3 Hukka	18
5.4 JIT (Just In Time) ja MRP (Material Requirement Planning).....	20
6 Nykytilan kartoittaminen.....	21
6.1 Tuotannon materiaalinhallinnan nykytila	21
6.1.1 Prosessikuvaus.....	26
6.2 Tavoitetila	27

6.2.1	Tuotannonsuunnittelun ja varastoinnin tavoitetila	27
6.2.2	Saapuvien osien tavoitetila	27
7	Kehitystoimenpiteet	28
7.1	Toimitusten ohjeistus	28
7.2	Varastointiprosessin kehittäminen sekä osien ajoituksen parantaminen	29
8	Tulokset	32
9	Pohdinta.....	35
	Lähteet	37
	Liitteet.....	39
	Liite 1. Tuotantotilojen layout-piirustus (Salainen)	39
	Liite 2. Keräilylaatikot (Salainen).....	40
	Liite 3. Osien toimitusohjeet (Salainen)	41
	Liite 4. Materiaalinhallinnan uusi prosessikartta	42

Kuviot

Kuvio 1. Työn prioriteetit	6
Kuvio 2. Rautpohjan tehdasalue	9
Kuvio 3. Varaston toimintojen jakautuminen	13
Kuvio 4. Viisi kertaa miksi-menetelmä	18
Kuvio 5. Osien lajittelun kartta	22
Kuvio 6. Esimerkki epämääräisestä lajittelusta	23
Kuvio 7. Yhden lavan saapuneita osia	24
Kuvio 8. Tuotannonsuunnittelun prosessikartta	25
Kuvio 9. Nykytilan prosessikuvaus	26
Kuvio 10. Osat valmiiksi setitettynä	27
Kuvio 11. Varastointiprosessin juurisyyanalyysi	29
Kuvio 12. Välivaraston etäisyys rautpohjasta	30
Kuvio 13. Tuotannonsuunnittelun uusi prosessikartta	33
Kuvio 14. Välivarastointiin sopivat osat	34

Käsitteet

Juurisyys

Juurisyys on ongelman alkulähde.

ETO

Engineer to Order eli tilauksesta suunniteltaessa oleva tuotantostrategia.

Putkitela

Paperikoneen yksi telatyyppejä, joka koostuu vaipasta, päätylaipoista sekä päätyakseleista.

RFID

Radio Frequency Identification, radiotaajuutta käyttävä tunnistusjärjestelmä.

Krymppi

Lämpösovite, jossa akselin halkaisija on suurempi kuin sen päälle laitettavan osan sisäreikä.

Kotiinkutsu

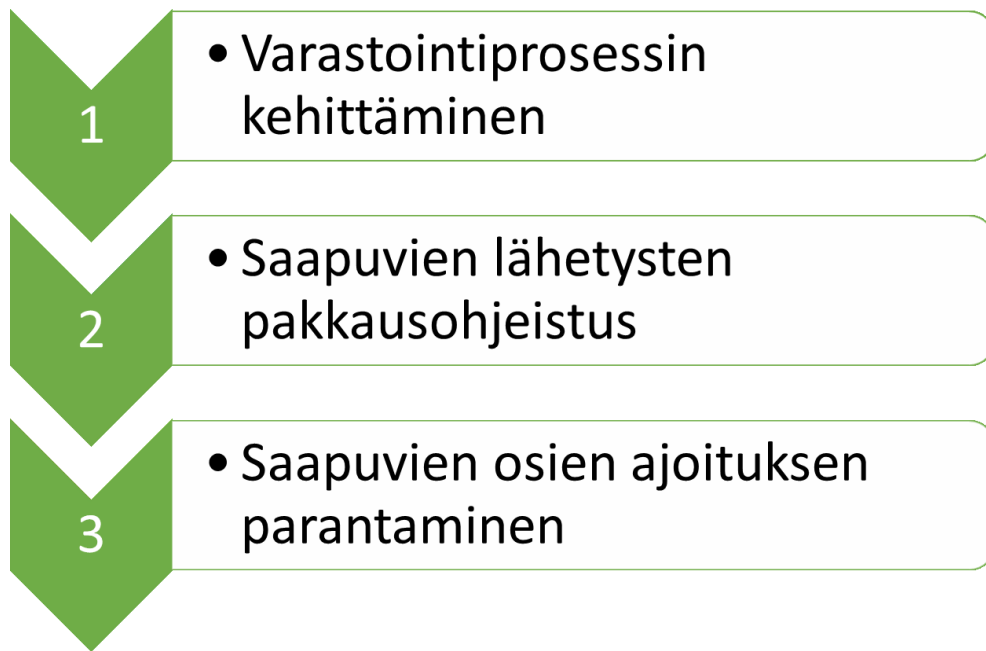
Materiaalien tai osien tilaaminen mekaanisesti puitesopimuksen mukaisesti.

1 Johdanto

Materiaalivirta on merkittävä osa valmistavan tuotannon prosessia, jossa ideaalitilanteessa materiaalit virtaavat suoraa toimintojen läpi. Jos materiaalivirrassa on ongelmia, vaikuttaa se ruuhkauttaen prosesseja. Toimitusvarmuuden sekä kannattavuuden ylläpitämiseksi materiaalivirran on oltava mahdollisimman tehokas. Ideaalitilanteessa materiaalivirrassa ei pääse syntymään hukkaa, mutta käytännössä asia on helpommin sanottu kuin tehty. Materiaalivirrassa tärkeänä osana on materiaalinhallinta, jonka vastuulla on materiaalien käsittely sekä järjestely. Materiaalinhallinnassa syntyy helposti hukkaa, minkä vuoksi prosessia kannattaa kehittää.

1.1 Työn tausta

Tämän työn tarkoituksena on kehittää Valmet Technologies Oy:n Jyväskylän tehtaassa putkitelaverstaassa materiaalivirran ohjaus- ja hallintaprosessia. Materiaalivirrassa on useampia ongelmakohtia, joita kehittämällä myös tuotannon ohjattavuus paranisi. Tärkeimpänä kehityskohteena on saapuvien osien varastointiprosessi, jossa osat saapuvat epämääräisissä erissä ja pienen varastointitilan vuoksi osien varastointi järjestelmällisesti projekteittain on hankalaa. Etukäteen tehty karkeakuormitus määrittää suurelta osin osien toimitusajat, jolloin alihankkija saattaa tietämättään lähettää osat jopa 8 viikkoa ennen todellista tarvetta, koska töiden aloitusajat muuttuvat aiemmin tehdystä karkeakuormituksesta. Tämän seurauksena varastotilaa on liian vähän, jolloin osia saatetaan säilyttää niille kuulumattomissa paikoissa muun tuotannon tiellä aiheuttaen erilaisia hukkia.



Kuvio 1. Työn prioriteetit

Tärkeimmät tutkimusongelmat työssä on laitettu yllä olevaan kuvaan priorisointi järjestyksessä (ks. kuvio 1). Kuvion tutkimusongelmat ovat toisiinsa liittyviä, joten yhden asian ratkaiseminen ei välttämättä poistaisi muita ongelmia, vaan pahentaisi niitä entisestään. Tärkeimpänä ongelmana on varastointiprosessin kehittäminen, joka on merkittävä osa ongelmaa ja ratkaisulla on merkittävä osuus materiaalinhallinnassa ja -ohjauksessa. Seuraavana tulee saapuvien lähetysten pakkausohjeistus, joka liittyy edeltävään vaiheeseen, jossa luodaan entistä tehokkaampi varastointiprosessi. Pakkausohjeistuksen tavoitteena on luoda alihankkijoille ohjeet osien lähettämiseen, jotta vältytään epämääräisiltä lähetysieriltä ja saapuvat osat olisivat helpommin sekä nopeammin lajiteltavissa. Kolmannessa saapuvien osien ajoituksen parantamisessa pyritään selvittämään, millä keinoilla osien ajoitusta saataisiin paremmaksi, jotta osat eivät odota projektin aloitusta varastossa liian pitkään.

1.2 Työn tavoitteet ja tehtävä

Työn tavoitteena on kehittää ratkaisu materiaalivirran ja -ohjauksen ongelmakohtiin. Varastointiprosessi halutaan saada tehokkaammaksi ja helpommaksi varastomiehelle. Nykyisellään varastotilaa on hyvin rajoitetusti ja tuotannon ylikuormasta johtuva projektien osien paljous johtaa varastotilan loppumiseen, jolloin osia joudutaan varastoimaan niille kuulumattomilla paikoilla.

Ongelmia tuottavat myös epämääräisesti pakatut osatoimitukset, jotka voivat vaatia uudelleenjärjestelyn ennen varastoon paikoittamista. Jotkin osatoimitukset saattavat sisältää useamman telan osia, jolloin Putkitelavalmistuksen päävarastossa ei ole nosturia, jolla raskaita osia saisi järjesteltyä turvallisesti ja kuormittamatta varastomiestä.

Kolmantena ongelmana on liian aikaisin saapuvat osatoimitukset. Tuotannon aikataulu elää jatkuvasti, jolloin jopa 12 kuukautta aiemmin tehdyn karkeakuormituksen mukaisesti tehdyt ostotilaukset voivat saapua jopa kahdeksan viikkoa ennen todellista tarvetta. Tästä aiheutuu varastointitilan loppuminen, koska osat saattavat odottaa hyllyssä projektin aloitusta kauankin. Työssä on selvitettävä, voiko tilattujen osien toimituspäivämäärää saada lähemmäksi hienokuormituksessa tehtyä kuormitusta.

Työn tärkeimmiksi kysymyksiksi ovat nousseet:

1. Mitkä ovat tuotannon varastoinnin pahimmat ongelmakohdat?
2. Miten varastointia voidaan kehittää?
3. Miten alihankkijoita voidaan ohjeistaa osien pakkaamisessa?
4. Onko osien saapumisen ajoitusta mahdollista saada tarkemmaksi?

1.3 Työn rajautuminen

Työn kehityskohteena on Valmet Technologies Oy:n Jyväskylän yksikön putkitelavalmistuksen materiaalivirran ohjaus- ja hallintaprosessi. Materiaalivirrassa työ rajautuu

välille alihankkija – keräily, koska työllä haluttaan saada kehitettyä erityisesti valmistuksen osien materiaalinhallintaa. Tähän rajaukseen on päädytty, koska putkitelavalmistuksessa on vain yksi varastomies ja ongelmia ratkomalla hänen työtään saadaan helpotettua ilman tarvetta palkata lisähenkilöstöä.

2 Toimeksiantajan esittely

Toimeksiantajana toimiva Valmet Technologies Oy on maailmanlaajuisesti johtava teknologian, automaation ja palveluiden tuottaja ja kehittäjä sellu-, paperi- ja energiateollisuudelle. Valmet työllistää yli 30 maassa maailmanlaajuisesti yli 13 000 ammattilaista. Yhtiön liikevaihto vuonna 2019 oli noin 3,5 miljardia euroa. (Valmet in brief n.d.)

Valmet omaa yli 220 vuoden teollisuushistorian. Tamfelt, jonka toiminnot ovat nykyisin osa Valmetin Palvelut- liiketoimintalinjaa on perustettu vuonna 1797. Vuonna 1946 useita Suomen valtion omistamia metallitehtaita yhdistyi Valtion Metallitehtaiksi, josta vuonna 1951 muodostui Valmet Oy. Nykyiselleen yhtiö muodostui vuonna 2013 sellu-, paperi- ja voimantuotantoliiketoiminnan irtaantuessa Metso Oyj:stä. Pitkän historian aikana yhtiö on ehtinyt valmistamaan laivoja, lentokoneita, vetureita, aseita, traktoreita, laivanmoottoreita, hissejä ja paperikoneita. (Valmet history n.d.)

Valmetin strategian mukaisesti yhtiö on keskittynyt toimittamaan sekä kehittämään teknologioita ja palveluja ensisijaisesti biopohjaisia raaka-aineita käyttäville teollisuudenaloille. *Valmetin tavoitteena on tulla maailman parhaaksi asiakkaidensa palvelussa* (Valmet Strategy n.d.)

2.1 Rautpohjan tehdas

Valmetin Rautpohjan (ks. kuvio 2) tehdas Jyväskylässä on perustettu vuonna 1938 valtion tykkitehtääksi. Ensimmäiset paperikonetoimitukset alkoivat vuonna 1953.

Tehdasalueella työskentelee päivittäin noin 1550 henkilöä, joista 1250 ovat Valmetin palveluksessa ja muut 300 partnereilla. Valmetin henkilöstöstä rautpohjassa 30 % toimii tuotannossa, ja 70 % toimihenkilötehtävissä. Jyväskylän tehtaan toimintoja ovat:

- Tuotekehitys
- Myynti
- Projektin hoito
- Suunnittelu
- Valmistus ja hankinta
- Pakkaus, lähetys ja laivaus
- Esikokoonpano, testaus ja käyntiinajo
- Palvelut. (Valmet Rautpohja yleisesittely n.d.)

Valmet, Jyväskylä



Kuvio 2. Rautpohjan tehdasalue (Valmet Rautpohja yleisesittely n.d.)

3 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Tutkimusta varten kerättävä aineisto on suurimmilta osin peräisin tuotannon materiaalivirran nykytilasta ja sen ongelmakohdista. Tutkimusaineiston keruu tapahtuu haastatteluilla laadullisen eli kvalitatiivisen tutkimuksen aineistonkeruumenetelmillä. Aineiston keruuta varten on ensin suunniteltava, mikä on tarpeellista tietoa, minkä jälkeen siirrytään haastatteluihin ja niiden analysointiin.

3.1 Kehittämistutkimus

Tämän opinnäytetyön lähestymistavaksi valikoitui kehittämistutkimus, koska tutkimuksen tarkoitus on saada muutosta aikaan jo olemassa olevaan toimintaan. Kehittämistutkimuksessa yhdistyy kehittämistyö sekä tutkimus. Kehittämistutkimuksessa tunnistetaan ongelma, kerätään aineistoa ongelmasta ja sen tietoperustasta, jonka jälkeen hankitun tiedon pohjalta tehdään johtopäätökset ja kehitysehdotukset sekä arvioidaan tehdyn tutkimuksen tulosten toimivuutta. (Kananen 2015, 33.)

Kehittämistyön edellytyksenä on, että ongelmat on määriteltävä nykytilan kartoittamisen kautta. Nykytilan kartoittaminen tapahtuu lähinnä haastattelujen avulla. Kaikki prosessissa oleellisena osana olevat henkilöt on hyvä saada mukaan kehitystyöhön.

3.2 Aineistonkeruu

Työn aineistonkeruu tapahtuu kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen menetelmillä. Kvalitatiivista tutkimusmenetelmää käytetään usein tilanteissa, joita ei voida järjestää kokeeksi tai vaikuttavien tekijöiden määrä ei voida kontrolloida. Kvalitatiivisen tutkimuksen aineistonkeruu tapahtuu erilaisten haastatteluiden avulla, joita ovat esimerkiksi teemahaastattelut, avoimet haastattelut sekä ryhmähaastattelut. (Kananen 2015, 81–86.)

Tämän työn aineistonkeruu tapahtuu avoimien haastatteluiden sekä havainnoinnin avulla. Nykytilan kuvaamista varten haastatellaan useampaa prosessissa oleellisena

osana olevaa henkilöä. Haastatteluja käytetään myös työn tuloksien arvioimiseen sekä kehittämiseen, sillä prosessissa työskentelevät henkilöt osaavat parhaiten sanoa kehityskohteista ja mahdollisten ratkaisujen toimivuudesta.

Aineistonkeruumenetelmäksi valikoitui haastattelut, koska niin saamme esiin erilaisen henkilöiden mielipiteitä, havaintoja sekä asenteita prosessin kehityskohdista. Haastattellessa tärkeintä on kuunnella jokaista haastateltavaa, jotta kaikilla prosessin oleellisilla henkilöillä on tasavertainen oikeus antaa mielipiteensä ja näkemyksensä kehityskohteista.

Aineiston keruussa apuna käytetään myös omaa havainnointia. Kehittämistutkimusta tehdessä oman havainnoinnin merkitys korostuu, koska se mittaa tutkijan kykyä ymmärtää tutkittava ilmiö kokonaisuudessaan. Tutkimuksen edetessä ilmeneviä ongelmia on ratkaistava omiin havaintoihin nojaten ja tehdä niihin liittyviä päätöksiä. (Kananen 2015, 78-79)

3.3 Aineiston analysointi

Tutkimus tehdään laadullisen eli kvalitatiivisen tutkimuksen mukaan, joten aineiston analysointiin ei varsinaisesti ole teknisesti käytettäviä työkaluja. Tärkeintä aineistonkeruussa on kiteyttää saadusta tiedosta oleellinen ja samalla saada koko prosessin kattava kokonaisuus. Tavoitteena on löytää pääkohdat siitä, mitä haastateltavat henkilöt ovat halunneet kertoa. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Aineistoa analysoidessa on myös otettava huomioon haastateltavien henkilöiden motiivit ja toiveet nykytilaa kartoittaessa, sillä jonkin ongelman korjaaminen tietyllä tavalla voi huonoimmillaan muodostua ongelmaksi prosessissa seuraavalle henkilölle, jos analysointia ei ole tehty tarpeeksi hyvin.

Haastattelujen analysoinnissa käytetään apuna sisällönanalyysimenetelmää, jossa aineistoa tarkastellaan eritellen, yhtäläisyyksiä ja eroja etsien sekä tiivistäen. Sisällönanalyysimenetelmä sopii tähän työhön, sillä haastateltavia on useita ja heiltä saadusta informaatiosta pitäisi saada koottua yksi kokonaisuus.

4 Materiaalivirta ja varastonhallinta

Tämän opinnäytetyön aiheena on materiaalivirran ohjaus- ja hallintaprosessin kehittäminen. Työtä parhaiten tukevana on aineisto materiaalinohjauksesta ja varastonhallinnasta. Tämän luvun tarkoituksena on käsitellä työn keskeisiä käsitteitä ja teorioita, joita hyödynnetään työn suunnittelu- ja toteuttamisosassa.

4.1 Materiaalivirta

Materiaalivirtaan kuuluu materiaalien tai tuotteiden kuljettaminen sekä säilyttäminen. Materiaalivirta alkaa raaka-ainelähteiltä ja päättyy asiakkaalle. Hyvässä materiaalivirrassa toimitusajat saadaan pidettyä lyhyenä, joka näkyy lopulta asiakastyytyväisyytenä. (Logistiikan Maailma n.d.)

Edellytyksenä materiaalivirralla on tietovirta, sillä materiaalin toimittamisella ilman informaatiota siitä ei ole mitään hyötyä ja on vastoin logistiikan hyviä periaatteita. Tiedon pitää olla liitoksissa materiaaliin sekä tuotteeseen. Esimerkkinä paketeista on löydettävä tieto muun muassa lähettäjistä, määränpäästä sekä sisällöstä, jotta se löytää tiensä perille. (Logistiikan Maailma n.d.)

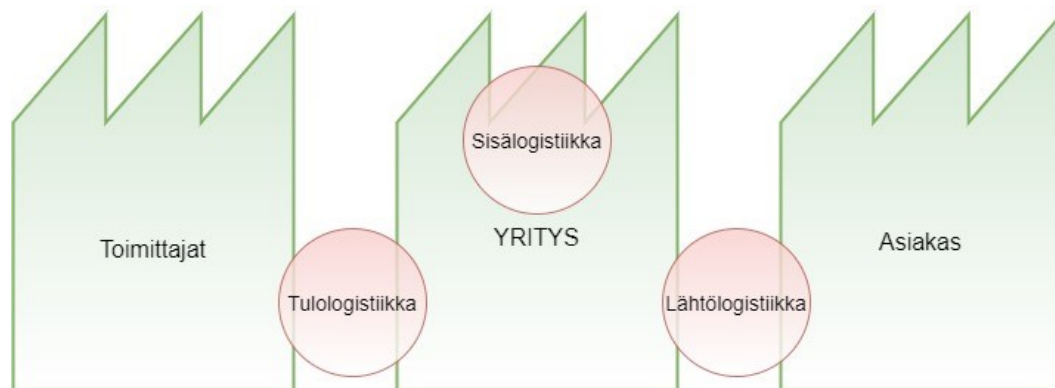
4.2 Varastointi ja sen merkitys

Aiemmin varastot ovat mielletty kulueräksi ja arvoa lisäämättömäksi prosessiksi, minkä vuoksi niitä onkin pyritty minimoimaan. Teollisuuden muutokset, kasvanut verkkokauppa ja kasvanut kuluttajien kysyntä on muuttanut asenteita varastoinnista.

Nykypäivänä varastot nähdään elintärkeinä toimintoina organisaatioissa sekä toimitusketjussa. Varastoinnin optimointi on yksi logistisen ketjun tärkeimmistä tekijöistä. Kehittämällä varastointia voidaan esimerkiksi laskea kuljetuskustannuksia, parantaa toiminnan joustavuutta, lyhentää läpimenoaikoja ja laskea varastointikustannuksia. (Richards 2011, 7.)

4.3 Varaston toiminnot

Varaston toiminnot liittyvät tulo-, sisä- ja lähtölogistiikkaan. Jokaisessa varastossa prosessi on omanlaisensa, joten yleispätevää prosessikuvausta ei varastoinnille ole. Varastoprosessiin vaikuttavia asioita ovat varastoitavat tavarat tai materiaalit, toiminnan luonne, varastoteknologia sekä mahdolliset varastossa tuotettavat lisäarvo-palvelut, joita voi tapahtua eri varastointiprosessin vaiheissa. Varastoinnin eri toimintojen työtehtävillä pyritään pitämään kiinni aikataulussa pysymisestä, oikeista toimituksista sekä optimaalisista varastotasoista. Alla olevaan kuvaan (Kuvio 3. Varaston toimintojen jakautuminen) on kuvattu toimintojen jakautuminen toimijoiden välille. (Logistiikan maailma N.d.)



Kuvio 3. Varaston toimintojen jakautuminen (Ritvanen 2011 21, muokattu.)

Tulologistiikkaan kuuluu tavaroiden vastaanotto ja tarkastaminen, varastokirjanpito sekä varastopaikoille siirto tai hyllytys. Sisälogistiikasta voidaan puhua, kun materiaa-

leja ja tuotteita käsitellään oman organisaation sisällä ja ne eivät liity tulo- tai lähtölogistiikkaan. Lähtölogistiikkaan kuuluu keräily, pakkaaminen ja lähettäminen sekä myös lastauslaiturilta eteenpäin lähtevä jakelu ja kuljettaminen. Lähtölogistiikkaan lasketaan myös paluulogistiikka sekä lisäarvopalvelut, joita ovat esimerkiksi tuotteiden lajitteluun, pakkaukseen huoltoon ja kierrätykseen liittyvät palvelut. (Ritvanen 2011, 20–21). Tämän työn seuraavassa luvussa käydään läpi vain tämän työn merkittävimpiä varastoinnin osa-alueita.

4.3.1 Keräily

Varaston toiminnoista keräily on usein eniten resursseja kuluttava toiminto, joten sen tehokkuus on hyvin tärkeää varaston kustannustehokkuudelle. Keräilyn laadukkuus on suoraan yhteydessä toimitusaikojen pitävyyteen sekä toimitusten virheettömyyteen. Prosessina keräilyssä noudetaan tarvittavat materiaalit varastosta tyydyttämään asiakkaan tilausta tai tuotannossa projektin kokoonpanoa keräilylistan mukaisesti. Keräilylista voi olla tulostettu paperinen lista, käsipäätteellä näkyvä lista tai jopa puheohjattuna toteutettu menetelmä ja siitä löytyy keräiltävien tuotteiden nimikkeet, määrät sekä paikka. Keräilyprosessin suunnittelemisella ja hyvällä ammattitaidolla voidaan vaikuttaa materiaalien etsimiseen ja kuljettamiseen kuluvaan aikaan, jotka ovat yleensä suurimmat työajan kuluttajat prosessissa. Kun keräilyprosessia lähdetään kehittämään, tulisi ensisijaisesti pyrkiä poistamaan kaikki turhat ja itseään toistavat vaiheet. Keräilyprosessissa on useita eri keräilymetodeja, jossa keräillään joko yksi tai useampi tilausta kerralla. Valmetin tuotannossa tilaukset kerätään yksitellen, mikä on järkevä ratkaisu ETO-tuotantomuodossa. (Piasecki n.d.)

Keräilytyön ohjaamisessa nykypäivänä IT:n hyödyntäminen on lähes välttämätöntä. Hyödyntämällä tietotekniikkaa voidaan ohjata keräilyjärjestystä, eri vaiheiden ajoituksia, asiakaskohtaista ja jakelusuunnan mukaista keräilyn rytmitystä sekä eri varastoalueille kohdistuvaa keräilyä. IT:n avustuksella keräily voidaan kohdistaa jopa henkilö- ja konekohtaisesti. Osana tietotekniikkaa suuri osa yrityksistä hyödyntää keräilyssä viivakoodeja sekä RFID-teknologiaa. (Ritvanen 2011, 86.)

Keräilytoiminnan tehokkuuteen sekä varastotyön kustannuksiin vaikuttavia asioita on useita, mutta tärkein niistä on tuotesijoittelu. Tuotteet voidaan sijoitella varastossa joko tuoteryhmien tai varastotapahtumien mukaisesti. Varastotapahtumien mukaisesti sijoitellessa ne tuotteet, joihin kohdistuu eniten keräilykertoja, sijoitellaan mahdollisimman lähelle ja helposti saataville. Tuotesijoittelun helpottamiseksi voidaan tehdä ABC-analyysi, jossa tuotteet jaetaan A-, B- ja C-luokkiin niiden ottokertojen mukaisesti. Näin eniten käytetyt tuotteet sijoitellaan keskikäytävän lähelle ja helposti saataville. (Ritvanen 2011, 86.)

4.3.2 Varastoinnin kustannukset

Varastointi ja siihen sitoutuvan pääoman kustannukset ovat jopa puolet yrityksen logistiikkakustannuksista, joten se on huomattava kustannustekijä organisaatiossa. Varastointiprosessin kehittämällä voidaan parantaa kustannustehokkuutta. Yli puolet varaston kustannuselementeistä syntyvät henkilöstökustannuksista ja muut kulut jakautuvat varastotilan, koneiden, laitteiden ja kalusteiden sekä IT-laitteiden ja ohjelmistojen kesken. (Ritvanen ym. 2011, 91.)

Varastonpitoon liittyvät kustannustekijät voidaan jakaa neljään ryhmään, joita ovat raaka-aineen tai tuotteen hinta, varastonpitokustannukset, täydennyseräkustannukset sekä puutekustannukset. Varastonpitokustannukset ovat riippuvaisia varaston arvosta ja niihin lasketaan pääomakustannus, varastotilan kustannus sekä riskikustannus. Pääomakustannuksena on tuottovaatimus ja toisaalta siihen lasketaan myös mahdollisten lyhytaikaisten luottojen korko. Varastotilan kustannuksia ovat esimerkiksi tilavuokra ja se riippuvat tuotteiden mitoista ja säilytysvaatimuksista. Riskikustannuksella tarkoitetaan menekki- ja hintariskiä, joita Valmetin tapauksessa voivat olla esimerkiksi projektien myöhästymissakot. Varastonpitokustannukset ovat noin 10–40 prosenttia varaston vuosittaisesta arvosta ja ne vaihtelevat luonnollisesti tuotteista riippuen. Täydennyseräkustannuksella tarkoitetaan tilaus-, asetus- ja lajinvaihtokustannuksia sekä ostojen kertakustannuksia. Varsinkin pieneriä tilatessa kustannukset voivat nousta huomattavasti. Puutekustannukset johtuvat puutetilanteista ja materiaalivarastoissa ne voivat syntyä erillistoimituksista, tuotantohäiriöistä, toimitusten kiirehtimisestä tai oman toimituksen myöhästymisestä. Valmisteverastoissa

puutekustannuksiksi lasketaan jälkitoimitukset sekä mahdollisten asiakkaiden tai tilausten menetykset puutetilanteen takia. Arvioimalla puutekustannuksia voidaan määrittellä yrityksen palveluaste ja varmuusvarastotarpeet. (Ritvanen ym. 2011, 91–92.)

Varaston toimintakustannukset muodostuvat materiaalinkäsittelystä sekä fyysisestä varastosta. Fyysisen tavaran säilytyskustannukset ovat toimintakustannuksista vain noin kolmanneksen. Täten suurimmat säästöt tavoitetaan kehittämällä varaston operatiivista toimintaa tehokkaammaksi. (Hokkanen & Virtanen 2012, 162–165.)

4.4 Kuljetuspakkaaminen

Kuljetuspakkaaminen on pakkaamista, jossa ainoana tehtävänä on sovittaa tuote kuljetusketjuun. Useimmat tuotteet tarvitsevat suojausta varmistaakseen sen, että se toimitetaan määränpäähän ehjänä. Jos esimerkiksi koneistettu tuote saapuu vastaanottajalle ruostuneena, ei pakkaaminen ole onnistunut tehtävässään. (Sutela 2018.)

Suojaamisen lisäksi huolellisesti toteutettu pakkaaminen tukee myös muuta toimintaa suojauksen lisäksi. Kustannuksia ajatellen pakkaussuunnittelulla voidaan vaikuttaa pakkaustyössä kuluvaan aikaan, logistiikan täyttöasteeseen sekä pakattavan materiaalin hankintakustannukseen. Pienin tekijä näistä on yleensä pakkauksen materiaalikustannus ja pakkausta kehittäessä onkin tärkeä tunnistaa, millaisia kustannuksia eri osa-alueet aiheuttavat. (Sutela 2018.)

Jotta kuljetusvälineiden täyttöaste saadaan maksimoitua, pakkauksista on hyvä tehdä pinottavia, mahdollisimman pieniä ja mahdollisimman kevyitä. Kuljetuskustannukset ovat useimmiten suurin yksittäinen kustannuserä, johon pakkaustyylillä voidaan vaikuttaa. Jos lavoista voidaan tehdä pinottavia pohjakuorman sijaan, saadaan lavametrille kaksin tai kolminkertainen määrä tavaraa hinnan pysyessä samana. Jotta lavoja voidaan pinota päällekkäin, on pakkauksen oltava tukevampi ja samalla suojaavampi. (Sutela 2018.)

5 Lean-tekniikat

Tässä luvussa tutustutaan Lean-tekniikoihin ja tutkitaan, löytyykö tekniikoista sopivia työkaluja työn toteutusvaiheeseen. Lukuun on valittu tätä työtä koskien merkittävimmät Lean-tekniikat.

Lean-toimintamalli on tuotantoperiaate, joka on saanut alkunsa Japanissa Toyotan tehtaalla. Tavoitteena Leanissa on kehittää yrityksen toimintaa niin, että resurssit ovat kohdistettu tarkoituksenmukaisesti, järkevästi ja täsmällisesti asiakasnäkökulmasta lähtien. Tarkoituksena on parantaa työskentelyolosuhteita, antaa kaikille mahdollisuus osallistua kehitystyöhön, kilpailukyvyyn parantaminen ja oikeiden asioiden tekeminen (Kouri 2010, 6–7.).

5.1 Lean prosessiteollisuudessa

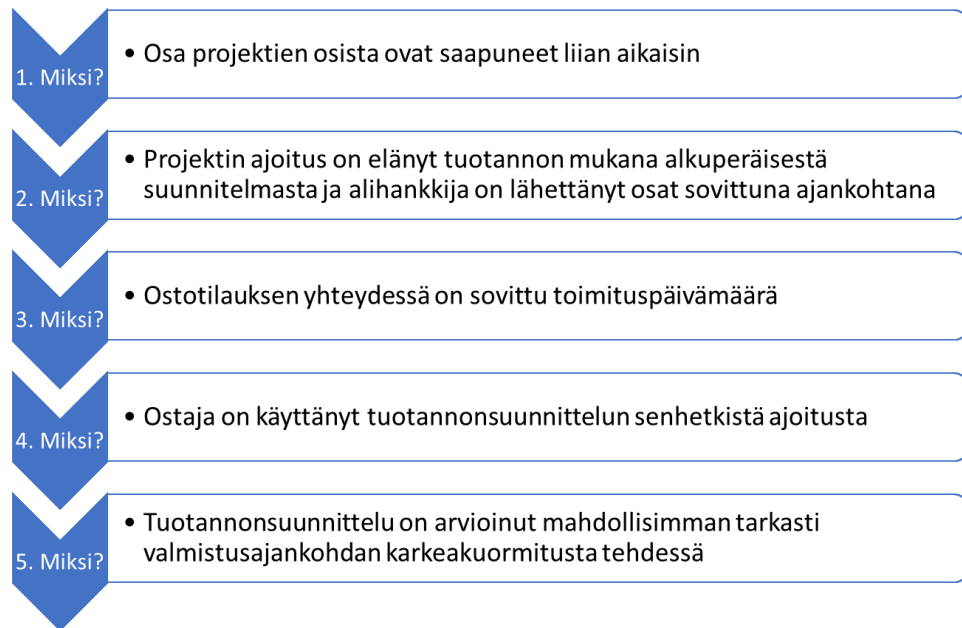
Vaikka Lean-tekniikat ovat alun perin kehitetty kappaletavarateollisuuteen, jossa valmistetaan suuria määriä samankaltaisia tuotteita, voidaan periaatteita soveltaa myös prosessiteollisuuteen. Prosessiteollisuudessa ja projektitoiminnassa on kehitettävää omia käytännön ratkaisuja, mutta peruseriaatteet; virtautus, imu, tuotannon tasointus, laatu ja jatkuva parantaminen pätevät myös prosessiteollisuudessa. Prosessiteollisuudessa tehtaan suunnittelulla ja valituilla laitteilla on suuri vaikutus materiaalivirtaan ja järkevään tuotantoeräkokoon. (Kouri 2010, 34–35.)

5.2 Systemaattinen ongelmanratkaisu

Systemaattisessa ongelmanratkaisussa ongelmat ratkaistaan systemaattisesti etsimällä juurisyitä ja estämällä ongelmien toistuminen. Tällöin ongelma sekä syyt ratkaistaan juurisyystä alkaen, jotta siitä päästään eroon lopullisesti. Systemaattisessa ongelmanratkaisussa on tarkoitus tehostaa ongelmien käsittelemistä, kehittää osallistujien osaamista ja ongelmanratkaisukykyä sekä dokumentoida ongelmanratkaisuprosessi niin, että sitä voidaan hyödyntää uudelleen. (Kouri 2010, 30–31.)

Ongelmanratkaisun kannattaa olla yksinkertaista, selkeää ja toimivaa, joten sopiva työkalu on esimerkiksi viisi kertaa miksi menetelmä. (Kouri 2010, 30–31) Alla olevassa kuviossa on käytetty viisi kertaa miksi menetelmää liian aikaisin saapuvien osien ongelman juurisyyn etsimisessä (ks. kuvio 3).

Lähtötilanne: Varastotila on loppu



Kuvio 4. Viisi kertaa miksi-menetelmä

5.3 Hukka

Lean-ajattelun mukaan kaikki turha ja arvoa lisäämätön työ on hukkaa. Ajattelun mukaisesti tuottavuuden parantaminen ei perustu varsinaisen työtahdin nostamiseen, vaan erilaisten hukkien poistamiseen. Hukkia poistamalla saadaan parannettua työn tuottavuutta sekä laatua. Tuotannon hukat ovat jaettavissa seitsemään tunnistettavaan luokkaan:

1. Prosessihukka
2. Tarpeeton liike työskentelyssä
3. Tarpeeton kuljettaminen
4. Laatuvirheet

5. Odottelu ja viivästykset
6. Ylituotanto
7. Tarpeettomat varastot.

(Arnold 2012, 341–342.)

Prosessihukkaa on kaikki työlle kohdistuva työ, joka on enemmän kuin oikeasti tarpeen. Hukkaa tulee prosessiin, kun käytetään esimerkiksi väärää tai väärän kokoista konetta tai työkalua. Prosessihukkaa tapahtuu ylikäsittelyssä, jossa hukkaan menee työaikaa sekä mahdollista materiaalia. (Arnold 2012, 341.)

Tarpeeton liike työskentelyssä on hyvin yleinen hukka ja sitä tapahtuu lähes jokaisessa toiminnossa. Se on arvoa lisäämätöntä toimintaa. Huonosti suunnitellut layoutit luovat tarpeetonta liikettä ja tavaroiden liikuttelua. (Arnold 2012, 342.)

Tarpeeton kuljettaminen ei tuo asiakasarvoa ja on yksi tuotteen kustannustekijä. Materiaalien sekä tuotteiden tarpeetonta liikuttelua tulisi välttää tuotantovaiheiden välillä. Huonosti suunniteltu layout lisää kuljetus- ja varastokustannuksia. (Kouri 2010, 10.)

Laatuvirheet häiritsevät materiaalivirtaa, hukkaavat materiaaleja ja valmiissa tuotteessa johtavat asiakastyytymättömyyteen. Jos virheitä ei huomata tarpeeksi aikaisessa tuotantovaiheessa. Mitä pidemmälle tuotantoketjussa laatuvirhe etenee, sitä suuremmaksi siitä aiheutuvat kustannukset kasvavat. (Arnold 2012, 342.)

Odottelu ja viivästykset voidaan jakaa kahteen ryhmään: materiaalinpuutteiden aiheuttamat sekä koneiden, laitehäiriöiden ja käyttäjien aiheuttamiin. Optimaalisessa tilanteessa materiaali virtaa vaiheesta toiseen ilman odotusta. (Arnold 2012, 342.)

Ylituotannossa tuotteita valmistetaan enemmän kuin välitön tarve on. Ylituotanto johtaa yleensä muiden hukkien syntymiseen, joiden aiheuttajia ovat suuret eräkoot, keskeneräinen tuotanto sekä varastoon valmistaminen. Suuret varastokoot ja nopeatuhtinen tuotanto saattavat estää tuotannon todellisten epäkohtien havaitsemisen. (Kouri 2010, 10.)

Tarpeettomat varastot kiinnittävät pääomaa, nostavat valmistuskustannuksia, pidentävät läpimenoaikoja ja piilottavat mahdollisia ongelmakohtia. (Arnold 2012, 342.)

Kahdeksas hukka, joka ei ole mainittu alkuperäisessä Toyotan mallissa, on käyttämättä jätetty työntekijän luovuus. Työntekijät omaavat parhaan tiedon työvaiheiden ja menetelmien toiminnasta sekä niiden kehittämisestä. (Kouri 2010, 11.)

5.4 JIT (Just In Time) ja MRP (Material Requirement Planning)

JIT eli Just-in-Time on erityisesti teollisuudessa ja kaupassa käytetty johtamisfilosofia, joka on tullut tunnetuksi jo ennen Lean-ajattelua yhtenä japanilaisten tuotantofilosofioiden kantavana periaatteena. Se on logistinen varastohallinta- ja tuotannonohjausstrategia, jossa materiaaleja valmistetaan, kuljetetaan ja siirretään vain todellisen tarpeen mukaan sekä minimoidaan kaikkea turhaa, kuten aikaa, materiaaleja, resursseja ja varastointia. Lyhyesti sanottuna JIT-periaate tuotannossa on käytännössä sama kuin imuohjaus. (Logistiikan maailma, n.d.)

Tehokkaan tuotannon periaatteita ovat ohut, tasainen ja tarkoituksenmukainen materiaalivirta, jonka määrittelee kysyntä. Materiaalivirtaa kehittäessä imuohjaus on yksi tärkeistä periaatteista. (Logistiikan maailma, n.d.)

Suoraan JIT-periaatetta ei voida soveltaa Valmetin tuotantoon ja varastoon, sillä tuotanto on hyvin vaihtelevaa ja lähestulkoon jokainen projekti on erilainen. Tuotannossa käytetään MRP-periaatetta eli Material Requirement Planningia, jonka suomenos on materiaalivaatimusten suunnittelu ja sitä voidaan kutsua jopa JIT-periaatteen vastakohdaksi. MRP ei ole osana Lean-tekniikoita. MRP-periaatteessa tuotannon materiaalivirta suunnitellaan valmistettavien kappaleiden, läpimenoaikojen, kysynnän sekä varaston mukaan. (Arnold 2012, 352.)

6 Nykytilan kartoittaminen

Tuotannon nykytilan kartoittaminen alkoi laadullisen tutkimuksen menetelmillä, joita olivat avoimet haastattelut sekä oma havainnointi tuotantotiloissa. Haastatteluiden ja havainnoinnin perusteella saatiin luotua kuvaus nykytilasta. Nykytilanteen pohjalta luodaan tavoitetila sekä lähdetään tekemään kehitysehdotuksia.

6.1 Tuotannon materiaalinhallinnan nykytila

Jotta tuotannon materiaalinhallinnasta saatiin tarpeeksi selkeä kuva, haastattelut suoritettiin tuotannossa tuotannon materiaalinhallinnasta vastaavan työntekijän sekä putkitelavalmistuksen työnjohtajan kanssa. Nykytilasta paljastui haastatteluiden avulla useita ongelmakohtia. Alla olevassa kuvassa (ks. kuvio 5.) on Rautpohjan aluekartta, joka auttaa havainnollistamaan varastointipaikkojen sijaintia.

Kun tavarat saapuvat Rautpohjan vastaanottoon, alueen logistiikasta vastaava alihankkija siirtää sovitut osat valimon varaston ulkopuolelle ja päävarastoon menevät osat jäävät vastaanottoon. Vastaanottamisen jälkeen materiaalinhallinnasta vastaava työntekijä paikoittaa vastaanottoon jääneet osat päävarastoon sekä valimon varaston ulkopuolelle jätetyt osat valimon varaston sisäpuolelle niille varattuun sijaintiin. Alla olevassa kuvassa on pyritty havainnollistamaan varastointipaikkojen sijainteja sekä materiaalin virtauksen suuntia (ks. kuvio 5). Tässä prosessissa törmätään ensimmäiseen ongelmaan, joka on varastoinnin vähäinen tila. Tällöin tavaraa joudutaan jättämään paikkoihin, jossa ne saattavat tukkia kulkuväyliä tai altistumaan kosteudelle ja ovat näin vaarassa ruostua. Tässä törmätään Lean-tekniikoiden hukka-ajattelun laatuhan muodosssa. Varastointipaikkoja löytyy 3-hallin päävarastosta 50kpl, valimon varastolta 40kpl, 3-hallin ulkohyllystä 24 sekä kokoonpanopaikan vierustalta 12. 3-hallin layout piirustus löytyy liitteestä 1 ja työssä kutsuttu ”päävarasto” löytyy layoutin vasemmasta yläreunasta. Varastointipaikat ovat laskettu varastointihyllyjen lavapaikkojen mukaan ja on hyvä muistaa, että luku on suuntaa antava, sillä osassa varastointipaikkoja saattaa olla myös muiden telojen osia tai apuvälineitä.

Osien lajittelu varastoihin

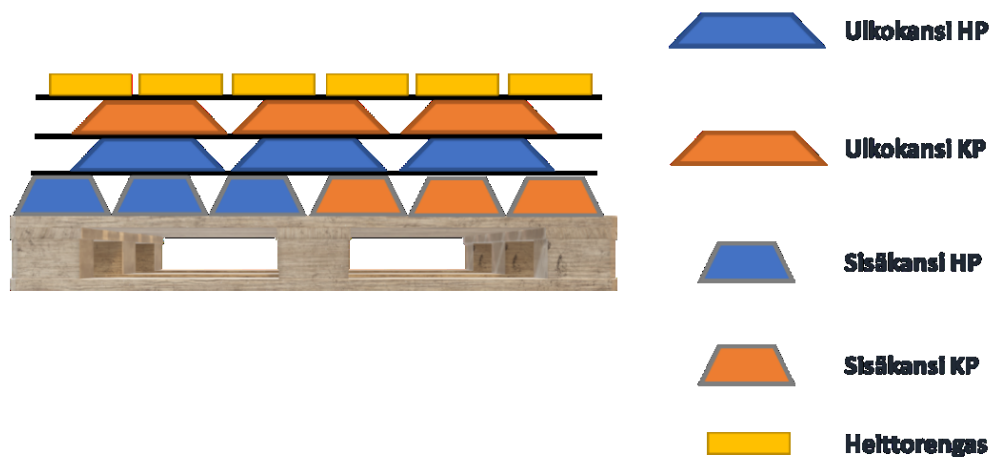


Kuvio 5. Osien lajittelun kartta

Osa saapuvista osista on kasattu isoksi pinoksi yhdelle kuormalavalle, joten ennen varsinaista paikoitusta osat on järjesteltävä uudelleen niiden pakkauksessa tehdyn järjestyksen vuoksi ja mahdollisesti hajautettava useammalle kuormalavalle. Varastopaikoilla ei ole saatavilla nosturia, joten materiaalien järjestely kuormalavalta toiselle tapahtuu käsivoimin. Raskaiden osien käsittely ilman apuvälineitä voi olla hyvinkin raskasta ja epäergonomista sekä voi aiheuttaa työtaturmia. Esimerkitapauksessa alihankkijalta saapuneet osat ovat pakattu päällekkäin useaan eri kerrokseen. Osat on lajiteltu malleittain päällekkäin, jolloin yhden tietyn osan saaminen alimmasta kerroksesta vaatii koko lähetyksen purkamisen. Alla tilannetta havainnollistava kuva kuviossa 6 sekä kuvasarja saapuneista osista kuviossa 7. Tällainen osien lajittelutapa on lähettäjälle helppo sekä selkeä, mutta aiheuttaa vastaanottajan päässä ylimääräistä

työtä. Saapuneet osat ovat tiettyyn projektiin ja tarkoitettu useampaan telaan. Jokaiseen telaan menee hoito- sekä käyttöpäähän sisä- ja ulkokannet, jonka lisäksi kumpaankin päähän tulee vielä heittorengas. Materiaalinhallinnasta vastaava työntekijä joutuu nyt lajittelemaan osat seteittäin useammalle eri lavalle käsin siirrettynä. Aikaa prosessissa menee hukkaan noin yksi tunti jokaista lavaa kohden.

Osat pakattu epämääräisesti

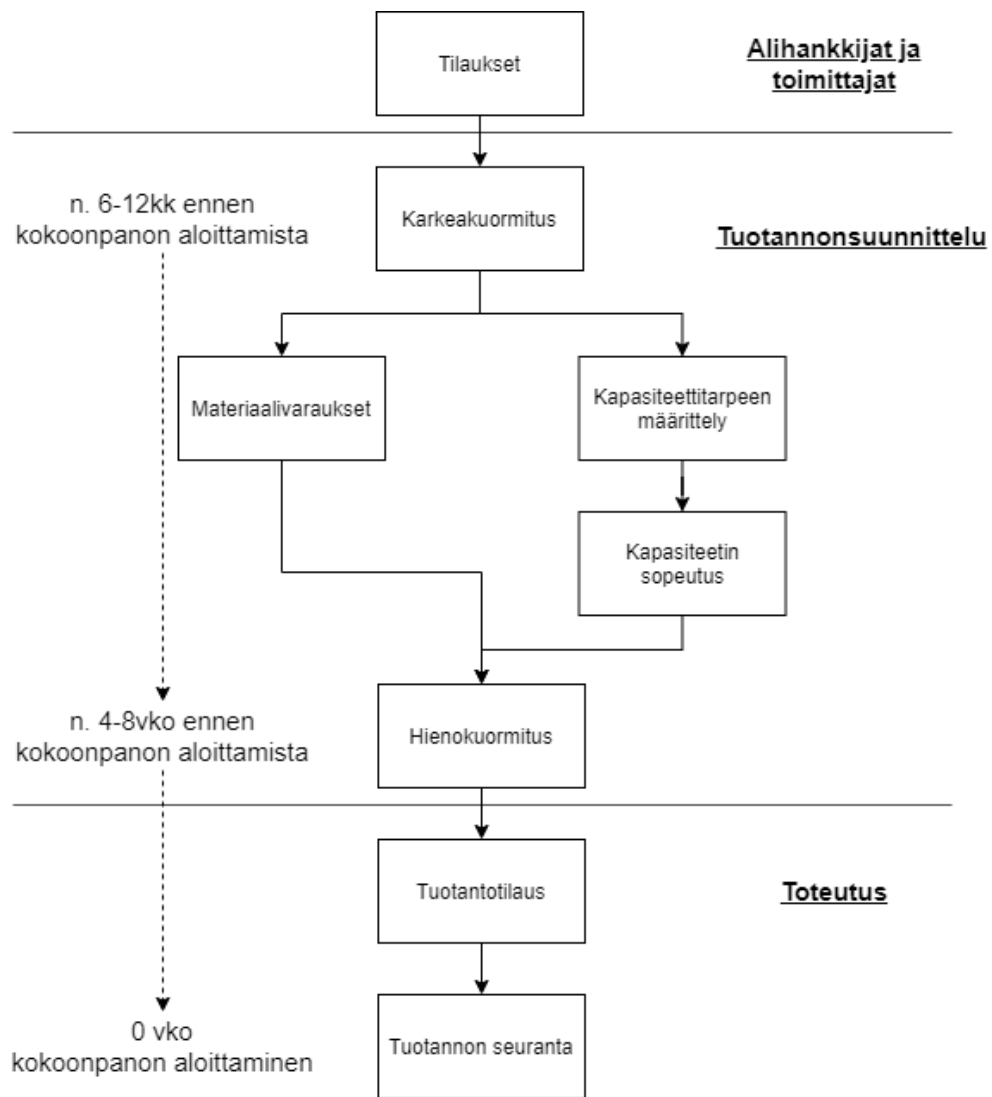


Kuvio 6. Esimerkki epämääräisestä lajittelusta



Kuvio 7. Yhden lavan saapuneita osia

Koska projektikohtainen karkeakuormitus tehdään jo kuudesta kahteentoista kuukautta ennen aloituspäivämäärää, on lähes mahdotonta ajoittaa projekteja tarkasti, koska tuotanto elää jatkuvasti (ks. kuvio 8). Tuotannonsuunnittelu pyrkii mahdollisimman tarkkaan arvioon, mutta siitä huolimatta projektien aloitukset ja osien tarpeet muuttuvat jopa kuukausilla. Tarkempi hienokuormitus tehdään neljästä kahdeksaan viikkoa ennen projektin kokoonpanon aloituspäivämäärää. Kun projektien osien ostot aloitetaan karkeakuormituksen jälkeen, käytetään toimitusajankohtana todennäköisesti vanhentunutta tietoa, jolloin alihankkija lähettää ne sovittuna ajankohdina. Ostoja ei voida tehdä hienokuormituksen jälkeen, koska useilla osilla toimitusajat voivat olla jopa kuukausia ja tällöin osat eivät ehtisi ajoissa rautpohjaan. Koska osia saapuu paljon ennen aikojaan, täyttyvät varastot osista, jotka saattavat odottaa projektin aloitusta jopa kahdeksan viikkoa. Alihankkija ei pysty varastoimaan osia omissa tiloissaan pidempiä aikoja johtuen pienestä varastointitilasta.

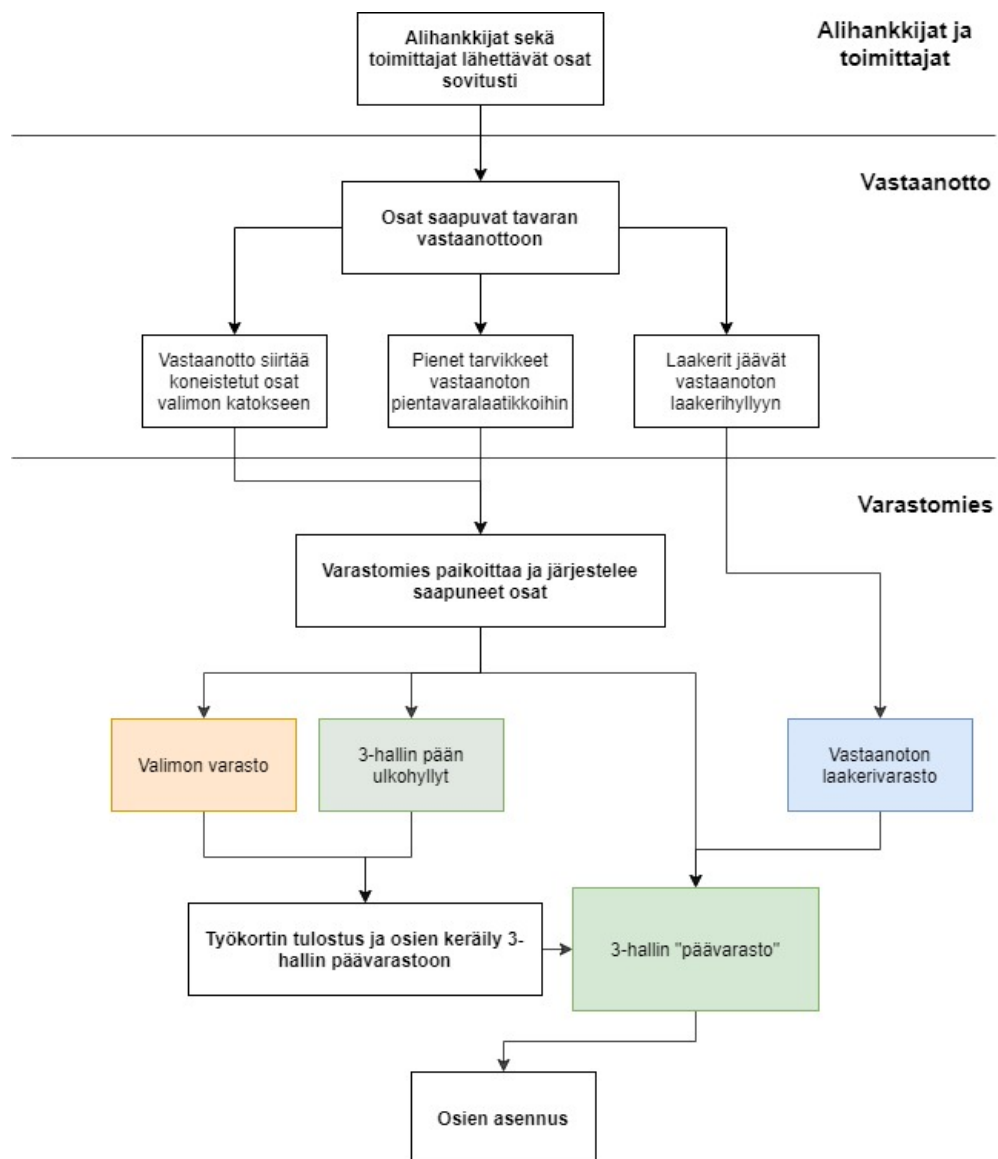


Kuvio 8. Tuotannonsuunnittelun prosessikartta

Varaston nimikehallinta näytti olevan hyvällä mallilla ja toimiva, joten siitä emme tähän työhön soveltuvia kehityskohteita löytäneet. Varastossa on käytössä paikoitusjärjestelmä, joka sisältää käsipäänteen, jonka avulla osia paikoitetaan. Varastossa on käytössä myös projekteittain merkityt keräilylaatikot pienemmille osille, sillä ison tilan varaamisella yhdelle keräilylle menetettäisiin jo ennestään vähäistä varastointitilaa. Havainnollistava kuva keräilylaatikoista löytyy liitteistä (Liite 2.)

6.1.1 Prosessikuvaus

Tuotannon keräilyn materiaalivirrassa ovat oleellisena osana kolme osapuolta, jotka ovat alihankkijat sekä toimittajat, vastaanotto sekä varastomies. Alla olevaan prosessikuvaukseen on kuvattu jokaisen osapuolen prosessin vaiheet (ks. kuvio 9). Valmistuksen osat ovat lajiteltu prosessikuvauksessa krömpättäviin osiin, koneistettuihin laakerointiosiin sekä laakereihin ja muut valmisosat.



Kuvio 9. Nykytilan prosessikuvaus

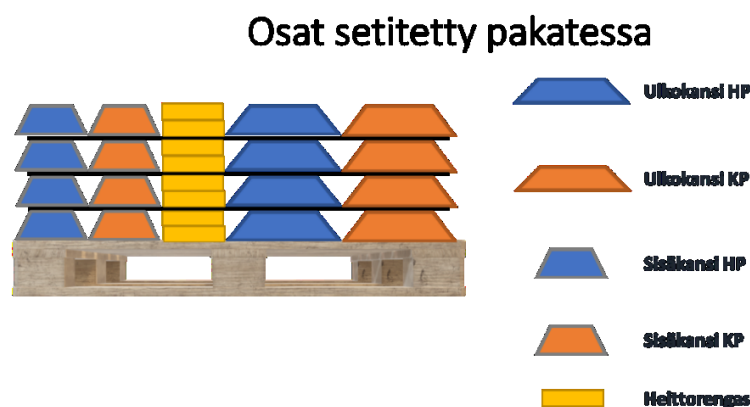
6.2 Tavoitetila

6.2.1 Tuotannonsuunnittelun ja varastoinnin tavoitetila

Tuotannon tavoitetilassa materiaalivirta toimii imuohjauksen tavoin Just In Time-periaatteen mukaisesti. Heti prosessin alussa tuotannonsuunnittelu ja alihankinta toimii yhteistyössä ja tuotannonsuunnittelu informoi alihankintaa tuotannon ajoitusten muutoksista, jolloin osat saataisiin rautpohjaan juuri ajallaan tai vähän aiemmin ennen projektin kokoonpanoa. Täten myös varastointitila on optimoitu, jolloin materiaalit eivät seiso varastossa pitkiä aikoja. Varastointitilaa on hyvin tai sitä voidaan vähentää esimerkiksi vain 3-hallin päävarastoon, joka sisältää pienen puskurivaraston tuleville töille. Kun varastointitilaa on riittävästi, pysyvät tilat siistinä ja ruostumiselle alttiit osat turvassa oikealla varastopaikalla. Tuotannon kokoonpanopaikan vierestä löytyy myös merkitty paikka viallisille osille, johon ne laitetaan pois muun toiminnan tieltä odottamaan tarkastusta.

6.2.2 Saapuvien osien tavoitetila

Tavoitetilassa saapuvat osat tulevat rautpohjaan tuotannolle sopivassa setissä, josta saadaan suoraan nostettua yhden työn osat. Kun osat ovat valmiiksi oikeassa järjestyksessä, ei varastomiehen tarvitse käyttää aikaa uudelleenjärjestämiseen ja varastointitilaa säästetään, kun useamman telan osat ovat setteinä mahdollisimman tilatehokkaasti. Alapuolella esimerkkikuva tavoitetilasta (ks kuvio 10).



Kuvio 10. Osat valmiiksi setitettyinä

7 Kehitystoimenpiteet

Toimenpiteet pyrittiin luomaan mahdollisimman yksinkertaisiksi ja selkeiksi. Työn toteuttaminen aloitettiin haastatteluilla toimittajien kanssa, jotta saatiin heidän näkemys osien toimittamisesta ja niiden pakkaamisesta. Tavoitteena oli saada yhteinen näkemys siitä, millainen ohjeistus olisi hyvä luoda osien lähettämistä varten ja miten niitä voisi soveltaa mahdollisimman monen toimittajan kanssa. Koska toimitusten kuljetuskustannukset lasketaan lavametreinä, ei lavamäärää ole järkevä kasvattaa.

7.1 Toimitusten ohjeistus

Toimitusten ohjeistuksen luominen aloitettiin ottamalla yhteyttä erääseen toimittajaan, jonka kanssa yhteistyö toimii hyvin ja kumpikin osapuoli on valmis kehittämään toimintaansa eteenpäin. Ensimmäisen puhelinpalaverin jälkeen pidettiin Microsoft Teamsin avulla etäyhteydellä palaveri toimittajan edustajan ja putkitelavalmistuksen työnjohtajan kanssa, jossa kartoitimme tilannetta tarkemmin. Kartoituksen jälkeen mietimme yhdessä järkevimpiä toimintatapoja asian suhteen.

Luodessa ohjeistusta on otettava huomioon, ettei lavamäärää ole järkevää kasvattaa. Rautpohjaan saapuvien osien kuljetuskustannusten laskentaperusteena käytetään yleisesti lavametriä, joka veloitetaan, kun tuote ei ole päälle ja alle lastattavissa. Lavamäärän kasvattaminen nostaa siis kuljetuskustannuksia. Toinen mahdollinen lisäkustannus tulee pakkaamiseen kuluva ajasta. Lisäkustannus voi olla arviolta 5–10 % pakkauskustannuksista, mutta Rautpohjassa säästetty aika on sen arvoista. Pakkaaminen on yleisesti nopeampaa kuin uudelleenjärjestäminen tai purkaminen, joten voidaan olettaa varastotekijältä säästyneen ajan kattavan mahdollisen lisäkustannuksen.

Luodut ohjeet löytyvät liitteistä (ks. liite 3) ja ne ovat luotu yhteistyössä toimittajan sekä varastomiehen kanssa. Tarkoituksena on toimittaa ohjeet jokaiselle toimittajalle. Ohjeet välitetään toimittajille ostajan kautta.

7.2 Varastointiprosessin kehittäminen sekä osien ajoituksen parantaminen

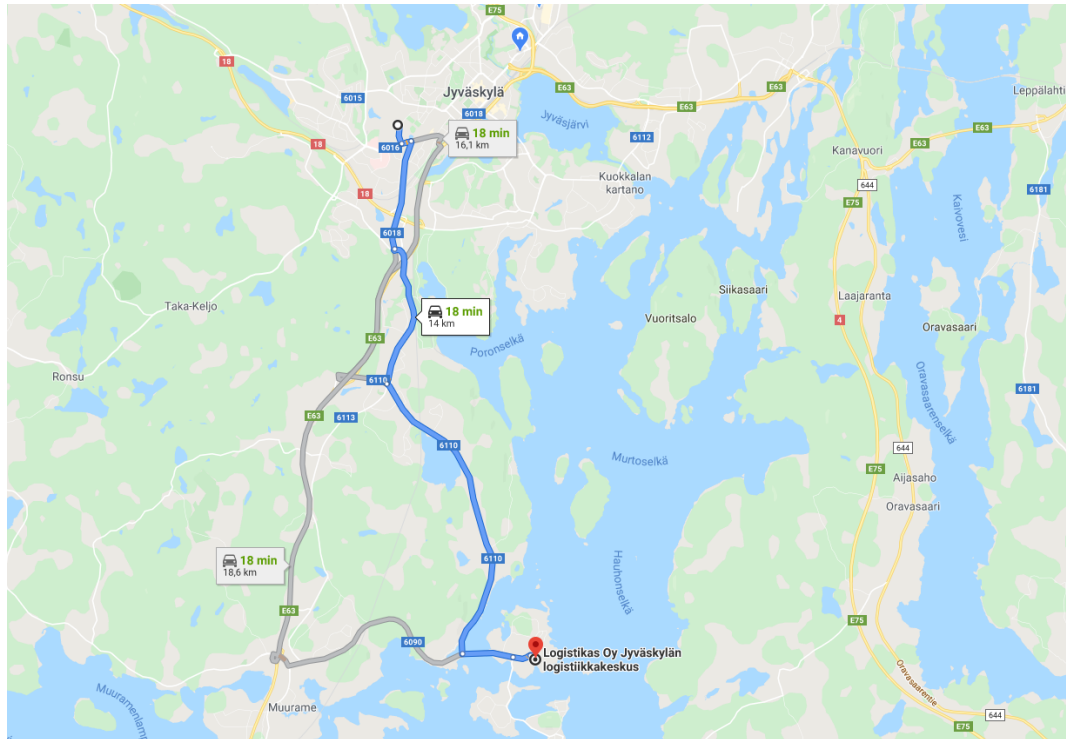
Varastointiprosessin kehittäminen aloitettiin etsimällä ongelmien juurisyy. Tähän käytettiin juurisyyanalyysiä, joka on esitelty kuviossa 11.



Kuvio 11. Varastointiprosessin juurisyyanalyysi

Ongelmat johtuvat varastoinnin vähäisestä tilasta, sillä tuotanto on suunniteltu pienemmälle kapasiteetille ja tämänhetkisessä ylikuormatilanteessa kaikki resurssit eivät riitä. Osat saapuvat liian aikaisin, koska tuotannon karkeakuormitus tehdään 6–12 kk ennen projektin aloitusta ja ostot tapahtuvat myös reilusti aiemmin.

Koska Rautpohjan tontti sekä tuotantotilat ovat jo valmiiksi täynnä, on vapaata tilaa vaikea löytää. Järkevä ratkaisu on välivarastoinnin hankkiminen toiselta yritykseltä, koska tarve on tuotannon kuormasta riippuvaa. Varastointia voitaisiin hankkia esimerkiksi Säynätsalossa sijaitsevalta Logistikas Oy:ltä, jossa on ollut myös muita Valmetin osia varastoitavana. Varasto sijaitsee noin 14 kilometrin etäisyydellä Rautpohjasta, joten matka on suhteellisen lyhyt (ks. kuvio 12).



Kuvio 12. Välivaraston etäisyys rautpohjasta (Google maps 2020)

Koska jotkin osat vaativat toimenpiteitä myös rautpohjassa, eivät kaikki osat voi mennä välivarastoinnin kautta. Haastatteluiden avulla selvisi, että osaan koneistetuista osista krämpätään holkki rautpohjassa. Työvaiheen ajoitus vaihtelee, joten ajoitusta tälle on vaikea sanoa. Näiden osien on siis järkevää tulla suoraan rautpohjaan. Rautpohjaan saapuu myös valmisosat. Välivarastointiin menisi koneistetut laakerointiosat. Välivarastointiin menevät osat vastaanotetaan sekä setitetään, jotta osat voidaan ottaa esimerkiksi suoraan kokoonpanoon niiden saapuessa Rautpohjaan.

Yrityksen kanssa on tehty myös aiemmin yhteistyötä, jolloin varastossa olevat osat on saatu kotiinkutsulla seuraavaksi työpäiväksi. Kiireellisissä tapauksissa voidaan selvittää, voidaanko osille saada pikakuljetus myös saman päivän aikana. Tavoitteena on kutsua osat hieman ennen kokoonpanon aloittamista, jolloin kiirettä toimituksille ei pitäisi syntyä.

Ennalta sovitut osat menevät välivarastointiin ja toimitusosoite sovitaan ostotilausta tehdessä. Vastuu toimitusosoitteen ilmoittamisesta on ostajalla. Varastoinnissa voisi

olla aluksi kiinteä lavapaikkamäärä vaikkapa 20 lavalle, jolloin varastointitilaa tulisi n.16 % lisää alkuperäiseen 126 paikkaan verrattuna. Jos kaikki lavapaikat ovat täynnä ja osia saapuu lisää, voitaisiin lähimpänä tuotantoon tulemista olevat osat lähettää Rautpohjaan.

Jotta osien tilasta saadaan informaatiota, on välivaraston sekä tuotannon välillä oltava järjestelmä, jonne saapuvat osat ilmoitetaan vastaanotetuksi sekä paikoitetuksi. Tähän tulee olemaan ratkaisu Rautpohjan tuotantoon tulevassa Infor LN ERP-ohjelmassa. Sovellukseen voidaan luoda ulkoisia varastoja ja luoda ulkoisia käyttäjiä tämäntapaisia tapauksia varten. Varastointiyrityksen työntekijät pääsevät vastaanottamaan sekä paikoittamaan saapuvat osat suoraan järjestelmään, jolloin tieto näkyy myös reaaliaikaisesti Rautpohjassa. Näin vältetään ylimääräiseltä viestittelyltä sekä epäselvyyksiltä.

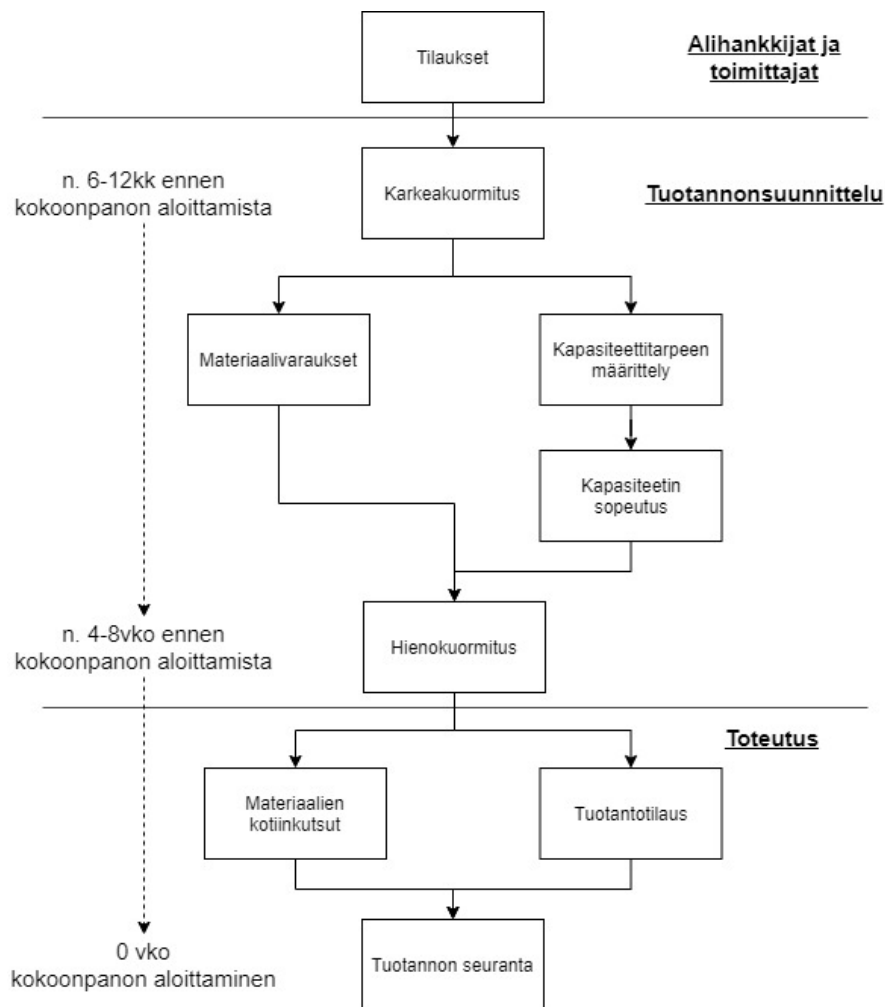
Ratkaisu toimii sekä väliaikaisena että pysyväenä, koska varastotilaa on hankala lisätä Rautpohjan tontille sekä sen toiminnot ovat lähivuosina olleet ylikuormassa. Koska lisävarastoinnin tilaa voidaan säädellä, varastotilaa on käytössä tasaisesti ja hukkatilaa ei jää.

Välivarastoinnin hinnoittelu muodostuu tuotteiden käsittelystä, joka sisältää vastaanoton sekä lähetyksen, tuotteiden varastoinnista sekä setityksestä. Tuotteiden käsittely hinnoitellaan €/lava + €/rivi. Tuotteiden varastointi on 2,1 €/lava/vko. Setittäminen tapahtuu aluksi tuntiveloituksena, joka on 33–36 € välillä. Tämän jälkeen voidaan tarvittaessa siirtyä yksikköpohjaiseen hinnoitteluun, joka tässä tapauksessa voisi olla arviolta 16–33 € perustuen varastomiehen arvioon osien lajitteluun menevästä ajasta (0,5–1 h). Salassapitosyistä kaikkia hintoja ei voida työssä julkaista.

8 Tulokset

Toimitettavien osien ohjeistuksesta saatiin hyvää palautetta eräältä toimittajalta. Yleisohjeena ohjeistus on heidän mukaansa toimiva, koska ohjetta ei voida täysin soveltaa kaikkiin osiin johtuen niiden muodosta tai suuresta koosta. Toimittajan tekemässä testissä pakkaamalla osat telakohtaisesti, lavamäärä kasvoi kaksinkertaiseksi verrattuna siihen, että osat olisivat pakattu mahdollisimman tehokkaasti. Kyseisen toimittajan kohdalla osat ovat isompia ja täten vaikeammin lajiteltavia. Tämän testin perusteella voidaan siis todeta, että luodut ohjeet eivät sovellu välttämättä kaikille toimittajille, mutta ne toimivat yleistasolla varsinkin pienempien osien kohdalla.

Hankkimalla välivarastointia osien saapumisen ajoitus saadaan täsmäämään paremmin todellista tarvetta. Koska tuotannonsuunnittelu tapahtuu niin aikaisin ja ostot on aloitettava karkeakuormituksen mukaan, on osien ajoitus vaikea saada täsmäämään. Ajoituksien kohdilleen saamiseksi vaatisi jatkuvaa yhteydenpitoa sekä joustavuutta ostajalta sekä toimittajalta. Tämä on hyvin vaikeaa, koska osia ja toimittajia on todella paljon ja valmistuksen hienokuormituksen seurantaan menisi hyvin paljon työaika. Järkevintä on siis parantaa saapuvien osien ajoitusta välivarastoinnin avulla, jolloin osat saapuvat haluttuna ajankohtana kotiinkutsulla. Kotiinkutsuperiaatteen mukainen uusi tuotannonsuunnittelun prosessikartta löytyy kuvioista 13. Materiaalinhallinnan uusi prosessikuvaus löytyy liitteestä 4.



Kuvio 13. Tuotannonsuunnittelun uusi prosessikartta

Varastointiprosessin kehittämisestä saatiin hyvää palautetta varastomieheltä. Varastomiehen mukaan välivarastoinnin hankkiminen vaikuttaisi toimivalta ja järkevältä ratkaisulta johtuen tuotannon kuorman vaihtelevuudesta. Varastointitilaa voidaan ostaa vain senhetkisen tarpeen mukaan, jolloin kulut pysyvät järkevinä ja hukkatilaa ei pääse syntymään. Varastointitilan lisääminen parantaa myös työturvallisuutta, koska osia ei tarvitse säilyttää käytävillä aiheuttaen työturvariskejä. Etuna on myös laatuhygienian parantuminen, sillä osat mahtuvat sisätiloihin varastointiin eivätkä ole alttiina kosteudelle ja näin mahdolliselle ruostumiselle. Kuvioon 14 on eritelty osat, jotka voidaan ohjata välivarastointiin.

Välivarastointiin sopivat osat	Rautpohjaan menevät osat
<ul style="list-style-type: none"> • Koneistetut laakerointiosat 	<ul style="list-style-type: none"> • Valmisosat • Osat, jotka vaativat krympin

Kuvio 14. Välivarastointiin sopivat osat

Yhteisestä päätöksestä toimeksiantajan kanssa varastoinnin hankkimisen kustannuksia ei nähty tarpeelliseksi laskea. Tämä johtuu siitä, että vertailu kustannusperusteisesti olisi hyvin hankalaa tämän tyyppisessä tapauksessa. Suuri tavaramäärä sekä varaston kiinteään omaisuuteen kiinnittynyt pääoma on Valmetin kokoisessa yrityksessä hyvin vaikea selvittää ja sitä ei koettu tarpeelliseksi. Voidaan todeta, että tässä tutkimuksessa uuden varastoinnin kustannus ei ole tärkeimpänä osana verrattuna prosessin kehityksestä saavutettaviin hyötyihin. Lisäksi ylikuormatilanteessa joustavuus on tärkeää, eikä pysyvää investointia ole järkevä tehdä. Saavutettavia hyötyjä ovat parantunut materiaalivirta sekä ohjattavuus. Laatuhan riski pienenee, koska osia ei tarvitse jättää ulos tilan loppumisen vuoksi. Työturvallisuus paranee, kun osia säilytetään niille kuuluvassa paikassa ja kulkuväylät pysyvät auki.

9 Pohdinta

Tärkeimpinä tavoitteina opinnäytetyössä oli kehittää varastointiprosessia, luoda saapuville osille pakkausohjeistus sekä saapuvien osien ajoituksen parantaminen. Näiden kehittämällä saadaan parannettua putkitelavalmistuksen materiaalinhallinnan ohjattavuutta sekä hallittavuutta. Tavoitteena oli luoda selvitys mahdollisille kehitystoimenpiteille, jonka perusteella mietitään, otetaanko niitä käyttöön. Tavoitteet saavutettiin pääasiassa hyvin.

Työ saatiin suoritettua hieman viivästyneenä alkuperäiseen aikatauluun verrattuna. Maaliskuussa alkanut korona-pandemia hidasti työskentelyä useista eri syistä. Valmetin Rautpohjan toimipisteestä siirryttyä etätöihin työn tehokkuus laski sekä hankaloitti aineistonhankintaa. Kommunikointi yritysten kanssa sujui kohtalaisen hyvin lukuunottamatta yhtä tapausta. Aikataulussa pysymistä hankaloitti myös opinnäytetyön ulkoiset itsestä riippumattomat tekijät.

Työn tuloksena laadittiin saapuville osille pakkausohjeistus, josta saatiin myös kommenttia eräältä yhteiskumppanilta. Pakkausohjeet tullaan välittämään alihankkijoille. Tuloksena varastointiprosessin kehittämiseen sekä saapuvien osien ajoituksen parantamiseen tehtiin selvitys välivarastoinnin hankkimisesta ulkoiselta toimijalta, jotta materiaalmäärää olisi helpompi hallita ylikuormatilanteissa. Välivarastoinnin käyttäminen on otettu käyttöön, mutta johtuen varastoinnin ajallisesta kestosta käytännön tuloksia työhön ei saatu. Luodut ohjeet on tarkoituksena välittää toimittajille.

Putkitelavalmistuksen materiaalivirran seuraavana kehityskohteena voisi olla kokoonpano, joka on seuraava prosessi työssä käsitellyistä asioista. Työssä käsiteltyjä asioita voi olla hankalampi enää jatkokehittää. Hukka-ajattelun mukaisesti hukkaa löytyy jokaisesta prosessista ja kokoonpanossa sitä löytyy hyvin varmasti.

Työn rajaaminen oli hyvin tehty ja työtä oli sopivasti laajuudeltaan. Työn sisälle rajatut asiat olivat toisiinsa liittyviä. Opinnäytetyö keskittyi putkitelavalmistuksen materiaalinhallintaprosessin alkupäähän välille alihankkija-keräily.

Opinnäytetyö onnistui hyvin, sillä saavutimme tavoitteet. Työssä saatiin vastattua alussa määriteltyihin ongelmiin. Toimeksiantaja oli tuloksiin tyytyväinen ja aikoo hyödyntää työssä syntyneitä tuloksia. Työn suorittaminen oli mieleistä, koska toimeksiantaja, toimintatavat sekä prosessit olivat jo ennestään kohtuullisen tuttuja jolloin työhön oli helpompi päästä sisään. Aiempi työkokemus materiaalinhallinnan parista osoittautui hyödylliseksi ja auttoi ymmärtämään prosessia paremmin. Yhteistyö mukana olleiden henkilöiden kanssa onnistui erittäin hyvin. Opinnäytetyö oli kokonaisuudessaan haastavampi sekä aikaavievämpi kuin alussa olin odottanut. Aineiston kerääminen sujui hyvin, mutta raportointi osoittautui vaikeaksi. Työn tekemistä hankaloitti työn ulkopuoliset olosuhteet, mutta ne huomioon ottaen olen tyytyväinen työhön.

Lähteet

Arnold, J.R., Chapman, S. & Clive L. 2012. Introduction to Materials Management. 7th ed. Boston: Pearson cop. 2012.

Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2012. Varastonhoitajan käsikirja, Jyväskylä: Sho Business Development.

JIT (JUST-IN-TIME) JA IMUOHJAUS. n.d. Artikkelin logistiikanmaailma.fi nettisivustolla. Viitattu 27.3.2020. <http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/>

Kananen, J. 2015. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas – Miten kirjoitan kehittämistutkimuksen vaihe vaiheelta. Juvenes Print.

Kouri, I. 2010. Lean-taskukirja. 1. Helsinki: Teknologiainfo Teknova.

Piasecki, D. N.d. Order Picking: Methods and Equipment for Piece Pick, Case Pick, and Pallet Pick Operations. Viitattu 22.4.2020. https://www.inventoryops.com/order_picking.htm

Richards, G. 2011. Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. Kogan Page Publishers

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Verkkojulkaisu. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 15.2.2020. <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>

Sutela, L. 2018. Kuljetuspakkaus tarjoaa suojan lisäksi tehokkuutta. Pakkaus-verkkosivulla. Viitattu 20.4.2020. <https://www.pakkaus.com/kuljetuspakkaus-tarjoaa-suojan-lisaksi-tehokkuutta/>

Tieto- raha ja materiaalivirrat. n.d. Artikkelin logistiikanmaailma.fi nettisivustolla. Viitattu 22.3.2020. <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/tieto-raha-ja-materiaalivirrat/>

Tuotannosuunnittelu- ja ohjaus. n.d. Artikkelin logistiikanmaailma.fi nettisivustolla. Viitattu 22.3.2020. <http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotannosuunnittelu-ja-ohjaus/>

Valmet in brief. n.d. Yleisesittely Valmetin www-sivuilla. Viitattu 10.2.2020. <https://www.valmet.com/about-us/valmet-in-brief/>

Valmet Rautpohja general presentation. n.d. Valmetin sisäinen verkko.

Valmet strategy n.d. Strategian esittely Valmetin www-sivuilla. Viitattu 10.2.2020. <https://www.valmet.com/about-us/strategy/>

Varastointiprosessi ja varastotoiminnot. n.d. Artikkelelogistiikanmaailma.fi nettisivustolla. Viitattu 21.3.2020. <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminalit/varastointi/varaston-toiminnot/>

Liitteet

Liite 1. Tuotantotilojen layout-piirustus (Salainen)

Liite 2. Keräilylaatikot (Salainen)

Liite 3. Osien toimitusohjeet (Salainen)

Liite 4. Materiaalinhallinnan uusi prosessikartta

